

**Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»**

Кафедра електричної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

Леонід БАЧУРІН

« _____ » _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК21 Електричні машини та апарати. Частина 2

(шифр і назва навчальної дисципліни)

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності (тей))

(шифр і назва спеціальності (тей))

(шифр і назва спеціальності (тей))

Освітня програма: Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(назва освітньої програми, для обов'язкових дисциплін)

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни

Електричні машини та апарати. Частина 2

для здобувачів вищої освіти за спеціальністю
електромеханіка

141 Електроенергетика, електротехніка та

« _____ » _____ 2023 року. – 8 с.

Розробники: Павло БЕЛИЦЬКИЙ, старший викладач кафедри електричної інженерії.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри

електричної інженерії

(назва кафедри)

Протокол № 13 від « 02 » 10 2023 року.

Завідувач кафедри електричної інженерії

(Олександр КОЛЛАРОВ)

« 02 » 10 2023 року.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань

14 Електрична інженерія

(шифр, назва)

Протокол № 3 від « 02 » 10 2023 року.

Голова

(Олександр КОЛЛАРОВ)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 02 » 10 2023 року.

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Обов'язкова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	—
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	—
лекції:	48	—
практичні заняття:	32	—
лабораторні заняття:	—	—
семінари:	—	—
самостійна робота:	100	—
Форма підсумкового контролю	Екзамен/ диф. залік	—
Дисципліну викладають	Павло БЕЛИЦЬКИЙ http://elin.donntu.edu.ua pavlo.belytskyi@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: «Фізика», «Вища математика», «Електричні вимірювання», «Теоретичні основи електротехніки», «Математичні методи та моделі в розрахунках на ЕОМ».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Електричні машини та апарати. Частина 2» є формування теоретичних знань та практичних навичок у галузі електричних машин змінного струму та комутаційних апаратів, їх електричних та механічних властивостей, енергетичних і теплових процесів, що мають місце при їх роботі.

Дисципліна «Електричні машини та апарати. Частина 2» вивчається у п'ятому семестрі освітньої програми.

Інтегральні компетентності:

ІК1. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

- ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК07. Здатність працювати в команді.
- ЗК08. Здатність працювати автономно.

Фахові компетентності:

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК5. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

ФК7. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК10. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в

електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Програмні результати навчання:

ПРН03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН7. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПРН8. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

ПРН9. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПРН10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПРН17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПРН18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

3. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Електричні машини та апарати. Частина 2» студент повинен:

знати:

- місце, роль та призначення електричних машин змінного струму у сучасних енергетичних комплексах та виробництвах,
- принципи дії, загальні та спеціальні властивості, характеристики і основні параметри електричних машин змінного струму,
- порівнянні переваги та недоліки техніко-економічних показників різних типів електричних машин змінного струму.

вміти:

- самостійно виконувати дослідження та випробування електричних машин змінного струму,
- проводити розрахунки основних характеристик електричних машин змінного струму за їх характеристиками,
- вірно вибрати тип електричних машин змінного струму для рішення конкретних науково-технічних завдань.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами представлення результатів навчання дисципліни «Електричні машини та апарати. Частина 2» є:

– екзамен, що проводиться у письмовій формі в обсязі матеріалу, визначеного навчальною програмою дисципліни «Електричні машини та апарати. Частина 2» і в терміни, встановлені навчальним планом.

– на практичних заняттях, шляхом проведення опитування для оцінки рівня засвоєння студентом поточної теми. Поточний контроль має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Контроль за навчально-пізнавальною діяльністю здійснюється у фронтальній, груповій, індивідуальній формах, перевірки виконання ситуативних задач тощо. Оцінка наданих відповідей здійснюється шляхом виставлення відповідних балів, які підсумовуються протягом семестру.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Під час семестрового контролю враховуються результати виконання практичних відповідно до розподілу балів, які отримують студенти:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	Пр. 9	Пр. 10	Пр. 11	Пр. 12	Пр. 13	Пр. 14	Пр. 15	Пр. 16	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	40	60	100
1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	24	60	84

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи;

2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні).

Диференційований залік за курсовий проект виставляється за результатами публічного захисту перед комісією у складі 2-3 осіб, під час якого оцінюється рівень презентації курсового проекту, глибина оволодіння студентом досліджуваної теми, вміння вести дискусію, обговорювати й відстоювати свою точку зору та проектні рішення, правильність відповідей на поставлені питання.

Оцінка курсового проекту включає бали за виконання роботи та за захист (для усіх форм навчання):

Пояснювальна записка	Захист роботи	Максимальний бал
40	60	100

Оцінювання проводиться з урахуванням вимог «Положення про організацію освітнього процесу». Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною шкалою та чотирибальною («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Змістовний модуль 1. Фізичні процеси в асинхронній машині та їх математичний опис, характеристики асинхронної машини.

Тема 1. Загальні питання електричних машин змінного струму.

Принцип дії синхронного генератора. Принцип дії асинхронного двигуна. Принципи виконання обмоток машин змінного струму.

Тема 2. Апарати для асинхронних електричних машин.

Тема 3. Електрорушійна та магніторушійна сили обмоток машин змінного струму.

Електрорушійна сила обмотки статора. Способи обмеження вищих гармонік. Магніторушійна сила однофазної та трифазної обмоток. Способи створення обертового магнітного поля.

Тема 4. Будова та режими роботи асинхронної машини.

Конструкція асинхронного двигуна. Розрахунок магнітного кола. Робота асинхронної машини в режимі двигуна, електромагнітного гальма, електрогенератора.

Тема 5. Основні рівняння та параметри асинхронної машини.

Рівняння напруги, МРС і струмів асинхронного двигуна. Будова та режими роботи асинхронної

машини. Конструкція асинхронного двигуна. Розрахунок магнітного кола. Робота асинхронної машини в режимі двигуна, електромагнітного гальма, електрогенератора.

Тема 6. Електромагнітний момент та робочі характеристики асинхронного двигуна.

Втрати потужності та ККД асинхронного двигуна. Електромагнітний момент і механічні характеристики. Робочі характеристики.

Тема 7. Пуск і регулювання трифазних асинхронних двигунів.

Пуск двигунів з фазним ротором. Пуск двигунів з короткозамкненим ротором. Покращення пускових характеристик асинхронного двигуна. Способи регулювання частоти обертання.

Тема 8. Однофазні і конденсаторні асинхронні двигуни.

Будова та принцип дії однофазного асинхронного двигуна. Конденсаторні двигуни. Робота трифазного двигуна від однофазної мережі.

Тема 9. Асинхронні машини спеціального призначення.

Лінійні асинхронні двигуни. Асинхронні двигуни з масивним ротором.

Тема 10. Поліфункціональні електромеханічні перетворювачі технологічного призначення.

Асинхронні двигуни, суміщенні з виконавчим механізмом. Асинхронні двигуни з порожнистим перфорованим ротором.

Змістовний модуль 2. Фізичні процеси в синхронній машині та їх математичний опис, характеристики синхронної машини.

Тема 11. Будова, принцип дії та способи збудження синхронних машин.

Неявнополосні синхронні машини. Збудження синхронних машин. Втрати потужності та ККД синхронних машин. Апарати для асинхронних електричних машин. Апарати для синхронних електричних машин.

Тема 12. Магнітне поле і характеристики синхронних генераторів.

Магнітне поле синхронної машини. Будова, принцип дії та способи збудження синхронних машин. Неявнополосні синхронні машини. Збудження синхронних машин.

Тема 13. Паралельна робота синхронних генераторів.

Умови вмикання генераторів на паралельну роботу. Способи синхронізації. П-подібні характеристики синхронного генератора. Перехідні процеси в генераторах.

Тема 14. Синхронні двигуни.

Синхронний компенсатор. Будова та принцип дії синхронного двигуна. Пуск синхронних двигунів. П-подібні та робочі характеристики синхронного двигуна. Синхронний компенсатор реактивної потужності.

Тема 15. Синхронні машини спеціального призначення.

Синхронні машини с постійними магнітами. Синхронні реактивні та гістерезисні двигуни. Індукторні синхронні машини.

Тема 16. Електричні машини і мікромашини систем автоматики.

Силлові мікродвигуни постійного та змінного струму. Сельсини. Тахогенератори. Крокові двигуни.

6.2. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	2	3	4
1	Практична робота 1. Частота обертання асинхронного двигуна. Ковзання	2	—
2	Практична робота 2. ЕРС обмотки асинхронних машин	2	—
3	Практична робота 3. МРС обмотки асинхронних машин	2	—
4	Практична робота 4. Потужність і обертовий момент асинхронної машини	2	—
5	Практична робота 5. Магнітне коло асинхронної машини	2	—
6	Практична робота 6. Втрати потужності та ККД асинхронної машини	2	—

7	Практична робота 7. Електромеханічні та механічні характеристики асинхронної машини	2	–
1	2	3	4
8	Практична робота 8. Робота асинхронної електричної машини в режимі електричного гальма, генератора	2	–
9	Практична робота 9. Пуск і реверс асинхронної машини	2	–
10	Практична робота 10. Розрахунок однофазних асинхронних двигунів	2	–
11	Практична робота 11. Частота обертання, розрахунок обмотки синхронної машини	2	–
12	Практична робота 12. Потужність і обертовий момент синхронної машини	2	–
13	Практична робота 13. Магнітне коло синхронної машини	2	–
14	Практична робота 14. Втрати потужності й ККД синхронної машини	2	–
15	Практична робота 15. Розрахунок синхронного генератора. Паралельна робота генераторів	2	–
16	Практична робота 16. Розрахунок синхронного двигуна	2	–
	Усього годин	32	–

6.3. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачено.

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1. Загальні питання електричних машин змінного струму.	7	–
2	Тема 2. Апарати для асинхронних електричних машин.	7	–
3	Тема 3. Електрорушійна та магніторушійна сили обмоток машин змінного струму.	6	–
4	Тема 4. Будова та режими роботи асинхронної машини.	6	–
5	Тема 5. Основні рівняння та параметри асинхронної машини.	6	–
6	Тема 6. Електромагнітний момент та робочі характеристики асинхронного двигуна.	6	–
7	Тема 7. Пуск і регулювання трифазних асинхронних двигунів.	6	–
8	Тема 8. Однофазні і конденсаторні асинхронні двигуни.	6	–
9	Тема 9. Асинхронні машини спеціального призначення.	6	–
10	Тема 10. Поліфункціональні електромеханічні перетворювачі технологічного призначення.	6	–
11	Тема 11. Будова, принцип дії та способи збудження синхронних машин.	7	–
12	Тема 12. Магнітне поле і характеристики синхронних генераторів.	6	–
13	Тема 13. Паралельна робота синхронних генераторів.	6	–
14	Тема 14. Синхронні двигуни.	6	–
15	Тема 15. Синхронні машини спеціального призначення.	6	–
16	Тема 16. Електричні машини і мікромашини систем автоматики.	7	–
	Усього годин	100	–

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Навчальним планом передбачено виконання курсової роботи. Тема курсового проекту «Розрахунок асинхронного двигуна», загальний обсяг – 30 год.

7. Література

7.1. Основна

1. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М.О. Осташевський. О.Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. – Харків, 2017.– 452 с.
2. Кевшин А. Г., Федосов С. А, Галян В. В. Електричні машини : конспект лекцій. Луцьк, 2020. 62 с.
3. Розводюк М.П. Електричні машини. Задачі для самостійного розв'язування: Навчальний посібник. – Вінниця, 2016. – 65 с.

7.2. Допоміжна

1. Андрієнко В.М., Куєвда В.П. Електричні машини: Навч. посіб. – К.: НУХТ, 2010. – 366 с.
2. Яцун М.А. Електричні машини. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2001. - 428 с.
3. Загірняк М.В. Електричні машини: Підручник. – К.: Знання, 2009. –399 с.
4. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлєв та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с.
5. Янченко О.І. Електричні машини та електропривод: Конспект лекцій. – Кривий Ріг, 2012. – 50 с.
6. Півняк Г.Г. та ін. Електричні машини: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ, НГУ, 2003. – 327 с.
7. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: ВП«ГРАНМНА», 2001. – 117 с.
8. Двигуни електричні. Каталог. Нова Каховка: ВАТ «ПІВДЕНЬ-ЕЛЕКТРОБУД», 2007. – 22 с.
9. Черник М.А. Електричні машини: зб. задач / М.А. Черник, В.Г. Гайдук. – Львів: «Львівська політехніка», – 2008.
10. Безрученко В.М. Електричні машини (конспект лекцій для студентів III курсу). – Дніпропетровськ, 2006. – 108 с.

7.3. Методична

1. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з дисципліни «Електричні машини та апарати. Частина 2» – у розробці.
2. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Електричні машини та апарати. Частина 2» для студентів спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітнього ступеня «Бакалавр» денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс] / укладач: Е.М. Немцев. – Луцьк: ДонНТУ, 2023. – 116 с. – Режим доступу: http://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/34632/1/%d0%9c%d0%b5%d1%82%d0%be%d0%b4%20%d0%9a%d0%a0_%d0%95%d0%9c%d1%82%d0%b0%d0%90.%20%d0%a7.2.pdf.

8. Інформаційні ресурси

1. <https://slemz.com.ua/elektrodiviguni/zagalnopromyslovi>– Каталог асинхронних двигунів.
2. https://lubovvp.ucoz.ua/load/na_dopomogu_studentam/na_dopomogu_studentam/testovi_zavdannja_elektrichni_mashini_i_aparati/3-1-0-6– Тестові завдання «Електричні машини і апарати».
3. <https://docplayer.net/80677295-Elektrichni-mashini-i-aparati.html>– Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлєв та ін.